

⑬ 公開特許公報(A) 平3-92979

⑤ Int. Cl.⁹

G 06 F 15/70
H 04 N 7/13

識別記号

4 1 0

庁内整理番号

9071-5B
6957-5C

④ 公開 平成3年(1991)4月18日

審査請求 未請求 請求項の数 14 (全12頁)

⑥ 発明の名称 画像の動きを見積もる方法

⑦ 特 願 平2-224508

⑧ 出 願 平2(1990)8月28日

優先権主張 ⑨ 1989年8月29日⑩ オランダ(NL)⑪ 8902178

⑫ 1989年8月29日⑬ オランダ(NL)⑭ 8902179

⑮ 発 明 者 ヘラルド デ ハーシ オランダ国5621 ベーアー アインドーフエン フルーネ
パウツウエツハ1
⑯ 発 明 者 ヘンドリック フェイヘン オランダ国5621 ベーアー アインドーフエン フルーネ
パウツウエツハ1
⑰ 出 願 人 エヌ ベー フィリッ プス フルーイランベン
ンフアブリケン オランダ国5621 ベーアー アインドーフエン フルーネ
パウツウエツハ1
⑱ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外5名

明 細 書

1. 発明の名称 画像の動きを見積もる方法

2. 特許請求の範囲

1. 画像の映像信号における1個の部分画像の動きを見積もる方法であって、複数の候補動きベクトルを、同数の出発ベクトルから出発して決定し、これら決定した候補ベクトルのうちから1個の動きベクトルを選択することを含み、これら出発ベクトルの成分としては、既に以前決定した候補動きベクトルの成分を採用し、それら候補動きベクトルはそれぞれ出発ベクトルに対応し、それら候補動きベクトルの成分はそれぞれ出発ベクトルの成分に対応することを特徴とする部分画像の動き見積もり方法。

2. 各部分画像の画素は、第1、第2群に分けられ、これらそれぞれを、第1、第2の2個の位相で部分画像につきサブ標本抽出することにより、第1の候補ベクトルは第1群について決定し、第2の候補ベクトルは第2群に

ついて決定することを特徴とする請求項1に記載の動き見積もり方法。

3. 第1出発ベクトルの第1成分は、第1部分画像について既に以前決定した第1の候補動きベクトルの第1成分に等しいものを採用し、この第1出発ベクトルの第2成分としては、第2部分画像のため既に以前決定した第2の候補動きベクトルの第2成分に等しいものを採用し、これら第1と第2の部分画像は互いに一致しないものとし、また、第2出発ベクトルの第1成分は第3部分画像について既に以前決定した第3の候補動きベクトルの第1成分に等しいものを採用し、この第2出発ベクトルの第2成分としては、第4部分画像について既に以前決定した第4候補動きベクトルの第2成分に等しいものを採用し、これら第3、第4部分画像は互いに一致しないことを特徴とする請求項1に記載の動き見積もり方法。

4. 第3および第4部分画像が、それぞれ、第

- 2 および第1部分画像と一致することと特徴とする請求項3に記載の動き見積もり方法。
5. 第1と第2の部分画像は、動きを見積もり中の部分画像に比べY座標が小さく、第1部分画像のx座標は動き見積もり中の部分画像のそれより小さく、第2部分画像のx座標は動き見積もり中の部分画像のそれより大きい、ことを特徴とする請求項3または4記載の動き見積もり方法。
6. 1個の画像内の各部分画像が、各列ごとにずらして積み重ねた画素ブロックであることを特徴とする請求項1ないし5のうちの何れか1項に記載の動き見積もり方法。
7. 候補動きベクトル決定にあたっては、出発ベクトルと異なるベクトルに限り候補動きベクトルとして決定可能とする、という基準に従うことを特徴とする請求項1ないし6のうちの何れか1項に記載の動き見積もり方法。
8. 選択したベクトルの成分に対し空間的な低域濾波を行なうことを特徴とする請求項1ないし7のうちの何れか1項に記載の動き見積もり方法。
9. 請求項8に記載の方法であって、その低域濾波動作の中に、
 一出力成分を得るため、選択したベクトルの成分を巡回濾波する段階、
 一選択したベクトル成分がこの出力ベクトル成分に対し、与えられた数居値以上異なるかどうかを示す制御信号を得るため、出力成分と選択したベクトルの成分を比較する段階、および
 一この制御信号により、選択したベクトル成分が、出力ベクトル成分に対し数居値以上離れていることが分かったら、巡回濾波を無効にする段階を含むことを特徴とする動き見積もり方法。
10. 低域濾波したベクトル成分を、空間的にサブサンプル抽出することを特徴とする請求項8に記載の動き見積もり方法。
11. 動きの見積もりに先立ち、係数 $(1/4)$ 、出発ベクトルの第1成分には、第1部分画像に属する第1の既に以前見積もった動きベクトルの第1成分に等しいものを採用し、またこの出発ベクトルの第2成分としては、第2部分画像に属する第2の既に以前見積もった動きベクトルの第2成分に等しいものを採用し、これら第1、2部分画像は一致しない、ことを特徴とする動き見積もり方法。
12. 候補動きベクトル決定段階として、
 一濾波した信号を得るため、現画像信号、1フィールド遅れの画像信号、および1フィールドと1走査線遅れの画像信号、の3者のメディアンを採る段階、ならびに、
 一現画像信号と濾波した信号とに基づき候補動きベクトルを見積もる段階を含むことを特徴とする請求項1に記載の動き見積もり方法。
13. 画像の映像信号における部分画像ごとの動きを見積もる方法であって、その方法では、出発ベクトルから出発し、予め定義した基準に従って1個の動きベクトルを決定し、この出発ベクトルの第1成分には、第1部分画像に属する第1の既に以前見積もった動きベクトルの第1成分に等しいものを採用し、またこの出発ベクトルの第2成分としては、第2部分画像に属する第2の既に以前見積もった動きベクトルの第2成分に等しいものを採用し、これら第1、2部分画像は一致しない、ことを特徴とする動き見積もり方法。
14. 各部分画像について、請求項13での見積もりに加えて、第2の動き見積もりを実行し、この見積もりのための第2出発ベクトルの第2の各成分としては、第3および第4の互いに一致しない部分画像に関する、第3および第4の既に以前見積もった動きベクトルの対応する成分に等しいものを採用し、さらに、この第2の出発ベクトルから出発して第2の動きベクトルを基準に従って決定し、その後、これら第1と第2の決定済み動きベクトルから最適ベクトル1個を選択する、ことを特徴とする請求項13に記載の動き見積もり方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は画像の映像信号における、部分画像(picture portion)の動き(motion)を見積もる方法に関するもので、複数個の動きベクトル(motion vector)の候補を、同数の出発ベクトル(starting vector)から決定し、これら候補ベクトルから1個の動きベクトルを選び出すことを含んでいる。

[従来の技術]

そのような方法の1つは米国特許第4,853,775号明細書に記載されている。ここで記載されている方法は、4個の出発ベクトルから4個の候補動きベクトル(candidate motion vector)を作り、これら4個の候補ベクトルのうち、フレーム差最小の勾配アルゴリズムに関し収斂する動きベクトルを1個だけ選び出すものである。ここで4個の出発ベクトルは、対象とする画素に隣接する4画素について既に見積もりを終った動きベクトルのそれぞれに対応する。

方向は、出発ベクトル構成のため用いた1つの候補動きベクトルが自己の部分画像に対しては最善の結果を与えなかった場合でも、十分に計算できるという利点が生じる。しかし、出発ベクトルとして採用したこのような動きベクトルは、隣接部分画像につき最終的に選んだ最善の動きベクトルを採用した場合よりも良い結果を示すことが判明している。1個の出発ベクトルに対応し、既に、例えば左側の隣接部分画像のため以前に決定していた1つの候補動きベクトルというのは、その前の段階を考えると、現左側隣接部分画像のさらに左に隣接する部分画像の1個の候補動きベクトルを出発ベクトルとして作った候補動きベクトルの1つであると理解すべきである。

本発明による動き見積もり方法の1実施例は、各部分画像に対し2位相のサブ標本抽出(sub-sampling)を行なうことにより、その部分画像の画素を第1、第2の2群に分割し、第1群に対しては第1の候補動きベクトルを、第2群に対しては第2の候補ベクトルを決定することと特徴と

[解決しようとする課題]

本発明は、とりわけ、その適用対象に対し動きの見積もりの改善を実現しようとするものである。

[課題解決の手段]

冒頭に定義した型の方法の1つは、出発ベクトルの成分として、既に決定済みの候補ベクトルの成分を用い、これら各候補ベクトルとその成分はそれぞれ出発ベクトルとその成分に対応させることを特徴としている。

ここで記述では特に断らない限り、1個の部分画像は、単一の画素から成る場合も、1群(例えば1ブロック)の画素から成る場合もある。

本発明によれば、出発ベクトルの成分としては、隣接部分画像の動きベクトルとして最終的に選択したものの成分ではなく、この隣接部分画像のために決定した候補動きベクトルのうち最低1個のベクトルの成分を採用し、これら候補動きベクトルをそれぞれこれら出発ベクトルに対応させている。このため、各出発ベクトル成分で決まる収斂方向、例えば画面の上から下、左から右といった

する。このように動き見積もりを2回行なっても、1画の場合に比し回路素子を2倍必要とすることはない。というのは、このサブ標本抽出実施により各群には半数の画素しか残らず、各位相ごと異なる半数が選ばれるからである。従ってこの実施例では、各部分画像は最低2画素から成ることになる。

本発明による方法の今1つの実施例は、第1の出発ベクトルの第1成分としては、第1部分画像のため既に以前決定した第1候補ベクトルの第1成分に等しいものを使い、この第1出発ベクトルの第2成分としては、第2の部分画像のため既に以前決定した第2候補ベクトルの第2成分に等しいものを使う。(ただし第1、2部分画像は互いに別物である)、ことを特徴とし、さらに、第2の出発ベクトルの第1成分としては、第3の部分画像のため既に以前決定した第3の候補動きベクトルの第1成分に等しいものを使い、この第2出発ベクトルの第2成分としては、第4の部分画像のため既に以前決定した第4の候補動きベクトル

の第2成分に等しいものを使う。(ただし第3、4部分画像は互いに別物である)、ことを特徴とする。このように、出発ベクトルは既に決定した2つの異なる候補動きベクトル成分の合成であり、従って、出発ベクトルの両成分が、画面内の1個の輪郭を通過して現部分画像の対象とは異なる対象に属することになる、という危険性が小さくなり、正しい(候補)動きベクトルへのより迅速な収収が達成できる。この第1部分画像は、例えば、動き見損もり対象である現部分画像に関し第3部分画像と反対側に位置してよいし、また、第2部分画像は、現部分画像に関し第4部分画像と反対側に位置してよく、このようにすれば、2つの見損もり結果の間に最適な独立性が確保できる。

これに関連する1つの実施例は、第3、4部分画像が第2、1部分画像とそれぞれ一致することを特徴とするものである。前記の例においては、第1部分画像は第3部分画像の反対側にあり、第2部分画像は第4部分画像の反対側にあったので、2つの部分画像は動きを見損もっている部分画像

の右側または下側に位置することとなる。これら2つの部分画像に対し動きベクトルが既に得られていなければならないので、動きの見損もりも画面の底部から頭部に向かって行なうか、以前の画面のために決めた動きベクトルを用いるかが必要になる。この動き見損もり法を実現するためには、画像の画素または動きベクトルのいずれかをメモリーに蓄積せねばならず、このための付加メモリーが必要になる。本実施例ではこの付加メモリーは不要である、というのは、もし新たな見損もりのための出発ベクトル用となるべき動きベクトルが元来見損もり対象とした部分画像が2つしかなければ、これらの部分画像は、現在動きを見損もっている部分画像との関連で、頭部から底部への動きの見損もりだけ行なえばよいように配置できるからである。

この実施例をさらに敷衍した1実施例は、動きを見損もる対象部分画像のy座標に比べて、第1と第2の部分画像のy座標は小さく、また対象部分画像のx座標に比べると、第1部分画像のx座

標は小さく第2部分画像のx座標は大きい、ことで特徴付けられる。x座標は左から右へ、y座標は頭部から底部へと大きくなる。このため、第1部分画像が、現在見損もり対象である部分画像の左隣りに直接位置するような実施例があったとして、それに比べると、この実施例では、第1候補動きベクトル決定時点と、その決定結果が、現在動き見損もり対象の部分画像に属する出発ベクトルを得るため再度必要となる時点との間に、時間の余裕ができるという利点がある。

本発明に基づく別の実施例の1つは、1画面の部分画像が、各列(横)ごとにずらして積み重ねた画素ブロックである、という特徴を有する。これは、特に上記実施例との関連で、極めて適切な選択であると判る。

例えば、「歩道探索(OTS)」の基準(IEEE Transactions on Communications, No.8, 1985, pp 888-896で発表)によれば、見損もられた動きベクトルは出発ベクトルと等しくても構わない。これに対し、本発明に基づく見損もり方法の1実

施例は、候補動きベクトルの決定にあたっては、出発ベクトルと異なるベクトルに限りそれを候補動きベクトルとして決定できる、という基準に従うことで特徴付けられる。この結果、アルゴリズムが局所的最小(local minimum)に止まるのを防止できる。

さらに本発明に基づくこの方法の別の実施例の1つは、見損もられた動きベクトルの成分に対して空間的な低域濾波(low-pass filtering)を加えることを特徴とする。この結果、ベクトル場には急激な過渡現象がなくなり、低域濾波により精度が落ちるにも拘らず結果は却って正確になるようである、というのは、ベクトルにより補間された画面におけるブロック状誤りが発生し難くなるからである。この低域濾波の平均化効果により、サブ画素(sub-pixel)の精度すら得られそうである。ここでサブ画素精度とは、隣接画素間の距離よりも微小な精度を意味すると理解されたい。

これを更に敷衍した1実施例は、この低域濾波に以下の段階を含むことで特徴付けられる：

- 出力成分を得るため、選択したベクトルの成分を巡回濾波(recursively filter)する、- この出力成分を、選択したベクトル成分と比較し、選択したベクトルの成分と出力成分との差が与えられた数値値を超えるかどうかを示す制御信号を作成する、そして、
- この制御信号により選択ベクトル成分と出力成分との差が数値値を超えると判った場合には巡回濾波を無効にする。

新たに見積もったベクトルと濾波された出力ベクトルとの差が数値値を超えた時のこの後置濾波機能の無効化により、同一情景下で別の対象に属し別の方向に動いている2つ以上のベクトルを誤って平均化する、という無駄を防ぐことができる。

もっと特定化した1実施例は、低域濾波したベクトル成分を用いて空間的サブ標本化動作を行いデータの節約を図ることを特徴とするもので、この方法は例えば、伝送または蓄積システムの符号化回路に用いられ、その場合、対応する復号回路

では、伝送されたベクトル情報を用いた補間により動き補償が行なわれる。

本発明による見積もり方法のさらに別の実施例は、動きの見積もりに先立ち、画像信号を、係数 $(1/4、1/2、1/4)$ の時間的濾波器により時間的に低域濾波することと特徴とするものである。この場合、フィールドからフィールドにかけ、現フィールドに隣接して交互に上下に現われる走査線には係数 $1/4$ が乗せられる。こうすることで、引き続くフィールド間に、画像の動きと無関係に大きな差を起こし兼ねない高い垂直周波数を濾波し去ることができ、より良い動き見積もりが可能になる。

本発明による今1つの実施例は、候補動きベクトルの決定過程に以下の段階を含むことで特徴付けられる：- 対象画像信号、1フィールド遅れの画像信号、および1フィールド・1走査線遅れの画像信号の3つのうちからメディアン(中央値)を探り、これを濾波した信号を作ること、ならびに- 対象画像信号と濾波した信号とに基づき候補

動きベクトルを見積もること。このメディアン前置濾波器により、本来の見積もり回路には一種の準順次走査信号(quasi progressive scan signal)が加えられ、飛び越した走査に基づく見積もり誤差が回避できる。

本発明の別の局面からすれば、画像の映像信号における部分画像ごとの動きの見積もり方法として、出発ベクトルから出発して予め定義した基準に従って動きベクトルを決定するに当たり、出発ベクトルの第1成分として、第1部分画像に属する既に以前見積もった動きベクトルの第1成分を用い、出発ベクトルの第2成分としては、第2部分画像に属する既に以前見積もった動きベクトルの第2成分を用いることを特徴とする方法がある。ただし、ここで第1、第2部分画像は互いに別物である。本発明のこの局面は、輪郭の1つの側にある部分画像のための動きベクトルの見積もりの過程で、この輪郭の他の側の部分画像について見積もった、従って多分他の対象物に属する出発ベクトルが出発点になっても、適切な見積もりは得

られない筈、という認識に基づいている。本発明のこの局面に従って、出発ベクトルとして既に以前見積もった2つのベクトルの成分の合成を用いる、という方法をとれば、出発ベクトルの両成分が画像の輪郭を超えて別の対象物に属するという危険が減少でき、正しい動きベクトルへより迅速に収束させることができる。

発明のこの局面に関する1実施例は、各部分画像について、既述の方法による動きの見積もりのみならず、第2の見積もりを行なうことで特徴付けられる。この第2の見積もりにおいては、第2の出発ベクトルの成分として、互いに異なる第3、第4の部分画像に属する、既に以前見積もった第3、第4の動きベクトルの対応成分を用い、この第2の出発ベクトルから出発し既述の基準に従って第2の動きベクトルを決定する。その後、これら決定した第1、第2の動きベクトルから1個の最速動きベクトルを選択する。この方法による利点は、見積もりの結果が画像の構造(輪郭)に左右され難いことである、というのは、最速動きベク

トル、すなわち見積りも誤差最小の動きベクトルが、2つの独立に定義した候補ベクトルから選ばれ、さらにこの2つは異なる出発ベクトルから得られているからである。このことから、動きを見積もろうとする部分画像との関連において、第1の部分画像が第3部分画像と反対の位置にあり、第2の部分画像が第4と反対の位置にある場合は、2つの見積りも結果の間に適切な独立性が得られる。因みに、L. Looijenga の学位論文 "Methodes voor bewegingscompensatie in een sequentie van beeldenn" (TU Delft, 1986, pp 27-28) の内容には、2つの候補出発ベクトルを動きベクトルとして比較し、そのうち1個を出発ベクトルとして選び、このベクトルから出発して動きベクトルを決定すると、見積りも誤差が最小になる、ことが述べられていることを注意しておきたい。

【実施例】

次に、本発明の上記およびその他の(より詳細な)局面を、以下の例と図面を用いてもっと詳細に記述し説明する。

関係であることも注意を要する。ここで出発ベクトルの1つに対応する候補ベクトルとして、例えば左側に隣接する部分画像のために先に既に決定済みの候補動きベクトルを考えると、これは、左側のさらに左側に隣接する部分画像に関する候補ベクトルを出発ベクトルとして作られた候補動きベクトルを意味する、と理解せねばならない。その結果として、各出発ベクトルに属する収斂方向は、このようにして得た候補動きベクトルが最善の結果をもたらしていない場合でも、各出発ベクトルに属する収斂方向は十分に計算できる。しかし、このようにして得られる動きベクトルの方が、以前ある1個の部分画像のため最速として最終的に選択した動きベクトルを、出発ベクトルとして見積もった動きベクトルよりも、好結果を与えることが判った。従って、候補動きベクトルから出発できるようにするのは、各部分画像ごとに、両出発ベクトルともに1個の候補動きベクトルに到達する必要がある。

1つの部分画像は、単一の画素でも、1群(ブ

第1図には、部分画像の可能な第1の配置とそれらのベクトル成分とを示す。第1図の右下隅には、以下の記述および前記の特許請求範囲記載における x 、 y 座標の定め方を示している。 x 座標は左から右へ、 y 座標は上から下へ増加する。第1図の中央に位置する部分画像は、これを対象に2個の候補動きベクトルから1個の動きベクトルを選択しようとしている部分画像を示し、また、これら候補ベクトルは、2個の出発ベクトル (x_0, y_0) から出発し、ある既定の基準に基づいて決定されるべきものである。これら出発ベクトルの成分は、他の部分画像のため既に決定済みの候補動きベクトルの成分であり、ここでは各出発ベクトルごとに最低1個の候補動きベクトルが用いられる。注意したいのは、現時点の見積もり対象である部分画像 m のための出発ベクトルとしては、隣接部分画像の見積もり過程で先に決定した「候補」動きベクトルが用いられる点である。また、ここで用いる候補動きベクトルが最終的に動きベクトルとして選択されたものかどうかは無

ロック)の画素でもよい。既定の基準とは、例えば「歩進探索 (One step at a Time Search, OTS) (IEEE Transactions on Communications, No.8, 1985, pp 888-896)、あるいは第5回デジタル通信信号処理国際会議 (Loughborough, 20-23, September 1988) で発表された「勾配適応探索 (Gradient Adaptive Search)」基準 (No.82, Institution of Electronic and Radio Engineers, pp 109-115) などである。この歩進探索基準の内容は、見積もり誤差最小の変化(シフト)を、まず出発ベクトルから出発して水平または x 方向について求め、引き続き、このシフトから出発して垂直または y 方向について見積もり誤差最小のシフトを求めるものである。

予め設定する基準としては、出発ベクトル自体が見積もり結果と成り得るもの、成り得ないもの、いずれでもよい。もし出発ベクトル自体が見積もり結果と成り得ない場合、複数の候補動きベクトルの見積もり誤差を比較する基準回路に要する素子は相対的に少なくて済む、というのは、出発

ベクトルを用いる時発生する見損もり誤差を算定し比較する必要がなくなるからである。その上、基準として、出発ベクトルを除外することにより、アルゴリズムが局所最小に陥ることが防げる。このような基準を用いることにより、動きの見損もりは、連続する部分画像について類似の見損もり結果を生じることが少なくなるが、ベクトル成分を空間的に低域濾波することにより、正しいベクトル値の周辺ではこの基準に起因する振動が防げるので問題は無い。

大きなブロックを用いる場合、最大の誤り勾配(fault gradient)を有する軸上で誤差が最小になるようなベクトルを選択する、という基準が良い結果をもたらすことが判った。この種の基準の1つとして、4個のベクトル($a \pm k$, b)と(a , $b \pm k$)、すなわち出発ベクトル(a , b)に対し水平または垂直方向に±k画素分だけ変化したベクトルを比較して最適ベクトルを決定する、という内容の基準も良い結果を与える上、実現が容易である。一般に、kの値を増すと収

収度は良くなるが不安定度も高くなるということが知られている。実際上、部分画像の大きさとして 1×2 画素を用いる時のkの最適値は1、 4×8 画素を用いる時のkの最適値は2となるようである。別の方法として、kの値を見損もり誤差と関連付けることも可能である。すなわち、比較的大きな誤差が生じた場合には、別のもっと適当なベクトルを迅速に探しだせることを期待してkの値を大きくし、誤差が小さい場合には、そのベクトルがほぼ正しいことが明らかになるためkの値は小さくても十分である。さらに、1回の見損もり動作で、 $k=1$ ないし3に対応する8個のベクトルを比較することも可能である。

第1図では、中央の部分画像#の左に第1部分画像1、上に部分画像11が位置し、#に対して左から発生する第1の候補動きベクトル($x1$, $y1$)と、上から発生する第2の候補動きベクトル($x2$, $y2$)とが、それぞれ既に決定されていることを示している。極めて素直な実現形態としては、候補ベクトル($x1$, $y1$)を中央部分

画像#の第1出発ベクトル、候補ベクトル($x2$, $y2$)を第2出発ベクトルとして採用することもできよう。しかし、中央部分画像#の第1候補動きベクトル決定においては、2個の以前既に決定済みの候補ベクトルの成分、例えば($x0 = x1$, $y0 = y2$)を有する第1出発ベクトルを採用する方が望ましい。第2出発ベクトルは($x0 = x3$, $y0 = y4$)としてもよい。ここで、成分 $x3$ と $y4$ は、第3部分画像111と第4部分画像11Vのためそれぞれ決定済みの第3候補動きベクトル($x3$, $y3$)第4候補ベクトル($x4$, $y4$)から採ったものである。動きを見損もり中の中央部分画像#に対して、第3部分画像111と第4部分画像11Vは、それぞれ、第1部分画像1と第2部分画像11の反対側に位置し、このため、決定しようとするこれら2個の候補ベクトルの間には、最適の独立性が保たれる。各出発ベクトルは、異なる2つの部分画像について既に決定済みの候補ベクトルの成分の合成から成るので、両面の輪郭を通過する間に、出発ベクトルの両成

分が共に現在の部分画像の対象とは別の対象に属することになる、という危険性が小さくなり、正しい動きベクトルへの収束が迅速になる。各動きベクトルには固有の収束方向がある。上記の例では、第1出発ベクトルの成分はx方向に、第2出発ベクトルの成分はy方向に収束する。これら各出発ベクトルから出発し、既定の何らかの基準に従って候補動きベクトルが決定される。

注意しておくが、1つの動き見損もり法における出発ベクトルの成分は、異なる2つの隣接部分画像について既に見損もった2つの動きベクトルの成分を組合せるのが望ましい、という認識は一般に適用できるものであり、出発ベクトルの成分として望ましいのは、少なくとも1つの最終選択動きベクトルではなく、少なくとも1つの候補動きベクトルの成分である、という別の認識と結びつけた場合に限定されるものではない。

連続した部分画像の第2の可能な配置を、それぞれのベクトル成分とともに第2図に示す。この配置では、第1の部分画像1が、動きを見損も

うとする部分画像 θ の斜め上に位置しており、これには次のような利点がある。すなわち、第1図に示した配置のように、第1部分画像1が動きを見積もろうとする部分画像 θ と同一走査線上にある場合に比較して、第2図の配置では、候補動きベクトル $(x1, y1)$ が決定される時点と、この候補ベクトルが出発ベクトル $(x0, y0)$ 構成のため要求される時点との間に時間の余裕ができるのである。この出発ベクトルは第1図に関連して述べたと同様な複合型でも構わない。例えば出発ベクトルのうち、第1候補動きベクトル決定用としてはベクトル $(x0 = x1, y0 = y2)$ 、第2候補決定用としてはベクトル $(x0 = x2, y0 = y1)$ でもよい。この方法の利点としては、画面の左上隅からさえ進めばよく、右下隅から進んだり以前のフィールドの動きベクトルを使ったりする必要がなく、候補動きベクトル $(x3, y3)$ $(x4, y4)$ の見積もり結果が第2出発ベクトル用に使える一方で、2個の十分独立に設定された出発ベクトルが得られることである。

のベクトルに基づく見積もりと、現フィールドのベクトルに基づく見積もりとを比較選択する方法があり得る。この変形において、先行フィールドのベクトルに基づく見積もりを行なう際には、第1図の配置によればよく、この場合部分画像1ー1Vのすべての候補動きベクトルが利用される。現フィールドのベクトルに基づく見積もりは第2図の配置によればよく、ここでは部分画像1と11の候補動きベクトルのみ使用される。先行フィールドのベクトルによる見積もりと、現フィールドのベクトルによる見積もりのうち、いずれを選択するかは、候補動きベクトル $(x1, y1)$ を第1図と第2図の部分画像1にそれぞれ当てはめた結果の見積もり誤差を蓄積しておき、これに差をつけて行なうのが望ましい。この選択は先験的なもの、すなわち、見積もりを実施する以前のデータによる選択なので、選択の見込みのないものについて、見積もりを行なう必要はない。もちろん、両者をそれぞれ実際に見積もってその結果を比較のうえ選択することは可能であるが、そうす

第1図または第2図の部分画像11および1Vの候補動きベクトルを用いる場合に発生する因果喪失問題(non-causality problem)のもう1つの解決策は、先行フィールド周期においてこれら部分画像のため決定した候補動きベクトルを用いることである。

望ましい場合には、すべての部分画像1から1Vまでの対応する4個の候補動きベクトルから出発して決定した候補動きベクトルを比較することも可能である。ここでも部分画像11と1Vの候補ベクトルは先行フィールド周期中に決定したものが用いられる。この実施例のもう1つの変形として、各出発ベクトルを、隣接部分画像1ー1Vのため既に決定した候補動きベクトルのうち各2個ずつの成分を用いて構成してもよい。これらの変形によれば、画面の輪郭を通過する場合にアルゴリズムを迅速に収斂させることができる、というのは、輪郭の両側の見積もり結果が勘案されるからである。

さらにいま1つの変形として、先行フィールド

と処理回路は大きくなる。先行フィールドのベクトルに基づく見積もり法は、もし先行フィールドのベクトルのうち、第1図の部分画像1Vのため決定した候補動きベクトルのみを考慮することとすれば、簡略化が可能となる。つまり全部で、第2図の部分画像1および11と第1図の部分画像1Vだけを用いるのである。

第3図は、 2×4 画素のブロックをずらして積み重ね配置し、これらの画素を第1、第2の2位相に分けて標本抽出する様子を示す。第1位相で抽出される標本は第3図の「1」で、第2位相のそれは第3図の「2」で示してある。この標本抽出動作では、各位相ごとと原画素の半数が残るので、本発明によれば、2倍の回路素子を要せずに、異なる出発ベクトルを用いた2重の見積もりを行なうことが可能になる。ここで、出発ベクトルとしては、第2図の方法において、ブロック θ の動きを見積もるため1および11で示したブロックに関し、既に決定済みの候補動きベクトルの成分から成るものを利用する。例えば、出発ベクトル

($x_0 = x_1$, $y_0 = y_2$)を第1位相で、また出発ベクトル($x_0 = x_2$, $y_0 = y_1$)を第2位相で用いる。第2位相について出発ベクトル($x_0 = x_3$, $y_0 = y_4$)を用いてもよく、この場合は、I・IおよびI・Vで示したブロックのため既に見積もった動きベクトルの成分が利用される。図面に示した以外のどんな標本抽出法を採用しても構わないのは明らかであるが、ここで例えば、走査線から走査線へと逆位相で(anti-phase)標本抽出する必要はない。

動きの見積もりを行なうに先立ち、画像信号を時間的に低域濾波してもよい。この濾波により、画像の動きと無関係に隣接フィールド間に大きな差異を引き起こす高い垂直周波数が除去され、見積もり結果が改善されるという利益が生まれる。この時間前置濾波器に関する望ましい1実施例における動作モードを図式的に示したのが第4図である。第4図は点線と上下に分かれ、それぞれには、濾波の対象である現フィールドとその前後の、時間的に引き続く計3つのフィールドからの、複

数の走査線を示してある。この濾波器は係数($1/4$, $1/2$, $1/4$)に従って動作し、フィールドからフィールドへと現フィールドの走査線の下に交替に出てくる、隣接両フィールドからの走査線に対しては係数 $1/4$ を乗じる。実用上この濾波器は良い結果をもたらすようである。

雑音の影響を減らすため、動き見積もりに先立ち、画像信号を空間的に低域濾波することができ、画像信号はここでも、空間的にサブ抽出すれば、フィールドの所要記憶容量を半減することができる。

選択したベクトルの成分を空間的に濾波すれば、急激な過渡現象の無いベクトル場が得られ、濾波による精度の低下にも拘らず、より精密な結果が期待できる、というのは、このようにして得られたベクトルで補間した画像では、ブロック状の誤差が起こり難くなるからである。この低域濾波の平均化効果によれば、サブ画像精度、すなわち、隣接画像間の距離よりも細かな精度すら得られようである。見積もった動きベクトルの成分を低域

濾波すると、さらに、低域濾波されたベクトル成分について、折り返し(fold-back)効果を生じることなしに空間的なサブ標本抽出ができる、という利益が加わる。このサブ標本抽出動作によりデータが節約出来る結果、本発明による方法では部分画像の寸法を縮小できることとなる。その利点としては、対象物の境界線を忠実にたどれることであり、一方欠点としては、出てくるベクトルの数が増加することである。しかしこの方法の用途として、伝送されたベクトル情報を用いて復号回路で動き補償用の補間をするような、画像信号伝送または画像システムにおいて、そのための動き情報の伝送容量が限られているような場合には、この方法をそのシステムの符号化回路部分に適用するのが依然有効である。伝送されたベクトル情報の補間で回復したベクトル成分を用いて画像信号の補間を行なうことにより、大きなブロックのブロック境界で生じるブロック誤差のうち、対象物の境界とは一致しないものの発生は減るが、その一方で、ベクトル成分についてサブ標本抽出を

行なうため、より大きなブロックの動きを見積もる場合に伝送された蓄のベクトル情報を上回るような情報は伝送されていない。

画像信号の動きを見積もるに先立つ濾波、見積もりを終わったベクトルの成分の濾波、の何れかまたは双方を行なうために適した、空間低域濾波器の可能な1つの構造を第5図に示す。濾波器の1つの入力1が加算器5の入力3に接続され、加算器5の出力7は、メモリーPを介し1画像間遅延して加算器5の第2入力9に接続される。メモリーPの出力11は、加算器15の第1入力13に接続され、加算器15の出力17はメモリーLを介し1走査線間遅延して加算器15の入力19に接続される。メモリーLの出力21は、この空間濾波器の出力23に接続される。

本発明による動き見積もり装置の1実施例を第6図に示す。この動き見積もり装置の1つの入力61は、第1の2相標本抽出回路63、および、フィールドメモリーFを介し第2の2相標本抽出回路65、の双方に接続される。これら2相標本

抽出回路63、65はそれぞれ、第1相候補動きベクトル決定器67と第2相候補ベクトル決定器69に接続される。第1相決定器67は、第3図の「1」で示した標本の動きを見積もり、第2相決定器69は、第3図の「2」で示した標本の動きを見積もる。これら候補動きベクトル決定器67と69は、最適ベクトル選択回路71へ接続されると同時に、それぞれベクトル成分メモリ73、75を介して、新たな出発ベクトル成分蓄積のため、それら(67、69)自体にも接続される。既に述べたように、第1相の動き見積もりには、第2相の動き見積もりと異なる出発ベクトルが用いられる。最適ベクトル選択回路は、候補動きベクトル決定器67、69により見積もった候補動きベクトルから最適のベクトルを選んで、この動き見積もり装置の出力77へ導く。第6図から明らかなように、ベクトル成分メモリ73と75の入力には、それぞれ候補動きベクトル決定器67、69の出力が接続されている。本発明によるこの構成、すなわち、そこでは、各出発ベ

クトルから出発して候補ベクトルが別々に決定された後、両候補ベクトルのうち1つの動きベクトルが選択され、またそこでは、出発ベクトルの成分として、既に決定されそれぞれ出発ベクトルに対応する候補動きベクトルの、対応する成分が採用されている、というこの構成は、これまでの技術による構成として、ベクトル成分メモリ73、75が最適ベクトル選択回路71の出力77に接続されその結果として、出発ベクトルの成分としては選択された最適動きベクトルに対応する成分が採用されるような構成、よりも優れた結果を与えるようである。1つの出発ベクトルに対応し、既に例えば左側隣接部分画像のために決定済みの1つの候補動きベクトルというのは、それ自体、ここでいう左側隣接部分画像のすぐ左に位置する部分画像の候補動きベクトルである、出発ベクトルに基づいて作られた候補動きベクトルを意味する、と理解せねばならない。

既に述べたような変形、すなわち直前のフィールドベクトルに基づく見積もりと、現時点のフィ

ールドベクトルに基づく見積もりとを併用する方法を具体化するには、各ベクトル成分メモリ(73または75)は、現時点フィールドからの候補動きベクトルを蓄積する第1メモリと、直前フィールドからの候補動きベクトルを蓄える第2メモリ、および、第1メモリの出力か第2メモリの出力かを、候補動きベクトル決定器(67か69それぞれ)に選択結合するスイッチ、から成る必要がある。このスイッチは既に述べたように、蓄積した見積もり誤差により制御される。

前述のように、両信号は空間および(または)時間的な低域濾波器を介して選択見積もり装置に加えてもよい(第7図参照)。空間および時間両濾波を行なう場合には、先ず空間次いで時間濾波という順序を採れば、時間濾波に必要なメモリが少なく済むという利益がある。さらに、動き見積もり装置の出力77は、空間低域濾波器につなぐことも出来るし(第8図参照)、さらにオプションとして標本抽出回路につなぐこともできる。

第7図に示すのは、本発明による動き見積もり

装置のもう1つの実施例の一部分であり、ここでは、候補動きベクトル決定回路の直前に1個のメディアン前置濾波器が置かれる。このメディアン前置濾波器は第4図の前置濾波器の代替と考えるとよい。第7図において、入力信号61は、メディアン前置濾波器79の入力として、直接、フィールドメモリF経由、およびフィールドメモリFと走査線メモリL経由、の3形態で供給される。この種のメディアン濾波器は既知の技術であり、米国特許第4,740,842号明細書を参照されたい。メディアン濾波器79の出力と入力61とは、候補動きベクトル決定回路81の入力として供給されるが、この決定回路81は、第6図に示したような候補動きベクトル決定器69とベクトル成分メモリ75との組合せから成っていてもよい。この前置濾波器の存在により、候補動きベクトル決定回路には、一種の準順次走査信号が加えられ、これにより飛び越し走査による見積もり誤差が軽減される。

第8図には、見積もった動きベクトルに対する

空間型後置濾波器を示す。動き見積もり装置の出力77(第6図参照)は、第1の乗算器83、加算器85、遅延回路87、および遅延回路87の出力を加算器85の入力端子に供給する第2の乗算器89、から成る重み付き平均回路に加えられる。この後置濾波器の出力は遅延回路87の出力により形成されるが、代わりに加算器85の出力で形成してもよい。乗算器83は $1-k$ を乗じ、乗算器89は k を乗じる。1つの望ましい実施例によれば、これらの乗算器が両方とも、減算器91と1つの数値回路93を含む1つの非直線デバイスによって制御されている。この減算器は新たに見積もった動きベクトルを濾波器の出力と比較し、これら2つの数値回路93は乗算係数 k (通常は $1/2$)を0にセットし、これにより濾波作用を実質無効にして、新たに見積もったベクトルを濾波せずにそのまま出力する。この切り替え動作を行なう根拠としては、もし新たに見積もったベクトルと濾波器の出力(または以前見

積もったベクトル)との差が大きくなり過ぎる場合には、新たに見積もったベクトルは多分、その情景のなかで別の方向へ動いている異なる対象物に属するだろう、または換言すれば、最適ベクトル選択回路71は、2つの異なる収斂方向の間で切り替えを行なっている、という認識に基づいている。そうであれば、動きベクトルの平均値算定は全く無意味であり、濾波作用は殺した方がよい。

上記の説明では、請求する発明と組合せる形で、数値の変形と拡張を述べてきたが、これら変形も拡張もそれぞれ、これ以外の動き見積もり装置との組合せ利用も可能な筈、という点に注意を喚起しておく。例えば、ここで述べた前置、後置の濾波器は他の動き見積もり装置にも利用出来る。本申請者たちは、ここに、本申請あるいは関連して派生する何らかの申請の続行過程において、これらの機能および(または)機能の組合せに関して新たな請求が形成されるかも知れないことを通告するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図には、部分画像に関する可能な第1の配置を、各関連ベクトル成分と併せて示す；

第2図には、同じく第2の配置を、各関連ベクトル成分と併せて示す；

第3図には、ずらして積み重ねた画像のブロックに関し、第1、第2の2位相で標本抽出した画像の配置を示す；

第4図には、走査線から発生するラスタ一列のスケッチとの関連で、時間的前置濾波器の動作モードを示す；

第5図には、空間的、前置または後置濾波器の可能な構造を示す；

第6図には、本発明に基づく、動き見積もり装置の1実施例を示す；

第7図には、本発明に基づく、動き見積もり装置の別の実施例の一部を示し、この例では、メディアン前置濾波器が動きベクトル候補の決定回路の前方に設けられている；

第8図には、見積もった動きベクトルのための

空間の後置濾波器を示す。

特許出願人 エヌ ベー フィリップス
フルーイランベンファブリケン

代理人	弁理士	杉	村	曉	秀
同	弁理士	杉	村	興	作
同	弁理士	佐	藤	安	徳
同	弁理士	富	田		典
同	弁理士	梅	本	政	夫
同	弁理士	仁	平		孝



FIG. 2

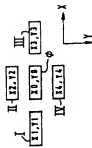


FIG. 1

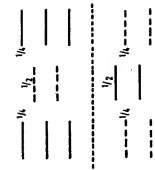


FIG. 4

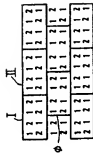


FIG. 3



FIG. 5

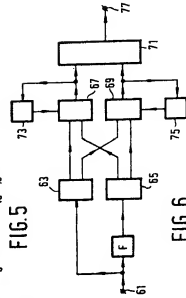


FIG. 6

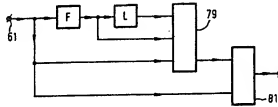


FIG. 7

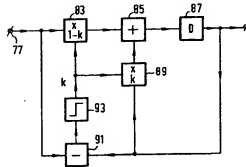


FIG. 8